

KONTROL KUALITAS DATA EVAPORASI STUDI KASUS DI BARONGAN, YOGYAKARTA

Data Quality Control of Evaporation Case Study at Barongan, Yogyakarta

Suprpto¹, Sudjarwadi², Sunarto Goenadi²

*Program Studi Mekanisasi Pertanian
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada*

ABSTRACT

The purpose of the research is to develop a model comprised procedures, for the quality control of evaporation data. In principle the model is designed to be able to identify outlier. Experimental data were collected from Barongan Climatological Station. In addition, the data from Gadjah Mada University Climatological Station were used as a reference.

The observed values of evaporation rate were compared to the result of the model. The limit to identify outlier, was determined according the model, which considers both the statistical analysis as well as physical laws. The result of this work is a software to perform the above task.

The software was written by Quick Basic 4.5, that able to produce output to be used as a reference to recognize the unreliable data from the stations. By controlling the evaporation data, then the water requirements calculation based on evaporation and transpiration rate can be done with a reliable accuracy.

Key words: *evaporation -- data -- outlier*

PENGANTAR

Menyadari pentingnya analisis yang cermat terhadap semua komponen hidrologi dalam pengembangan sumberdaya air, maka upaya untuk memperoleh penyelesaian atas berbagai ketidakpastian dan ketidaktelitian dalam analisis terus dilakukan.

Dalam penentuan besarnya evaporasi diharapkan hasil yang diperoleh mempunyai tingkat keandalan yang tinggi, atau dengan kata lain mempunyai kemungkinan kesalahan yang sekecil mungkin. Upaya yang dapat dilakukan adalah menelaah satu demi satu kemungkinan sumber kesalahan dan mengupayakan kesalahan yang ditimbulkan sekecil mungkin.

1 Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung

2 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Menyusun prosedur kontrol kualitas data evaporasi untuk memisahkan data yang dikategorikan sebagai *outlier*.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman dalam mengevaluasi keberadaan data-data yang ekstrim (tidak wajar) yang ditemukan di lapangan, sehingga validitas perhitungan kebutuhan air bagi tanaman dan perhitungan-perhitungan lainnya dapat terjaga.

Sampai dengan saat ini masih sangat sedikit penelitian-penelitian yang membahas tentang adanya data yang sangat berbeda (ekstrim) dari sejumlah data lainnya. Pengujian yang pernah dilakukan adalah terhadap penyimpangan (ketidakpangghahan) data hujan. Sri Harto (1988) mengemukakan bahwa pengujian sederhana umumnya dilakukan dengan *double mass analysis*, yaitu dengan menggambarkan besaran hujan kumulatif stasiun yang diuji dengan besaran hujan kumulatif rata-rata hujan dari beberapa stasiun referensi di sekitarnya. Hal ini masih sering menimbulkan keraguan. Kesulitan lain adalah ketidakyakinkan akan prosedur itu sendiri, karena dalam satu DAS, suatu stasiun akan berfungsi ganda, sebagai suatu stasiun yang diuji, dan juga pada pengujian lain akan berfungsi sebagai stasiun referensi.

Alat penguji lain adalah menguji ketidakpangghahan data suatu stasiun dengan data dari stasiun itu sendiri, dengan mendeteksi penggeseran nilai rata-rata (*mean*). Cara ini dinilai lebih dapat diterima, akan tetapi sampai sekarang belum diperoleh penjelasan tentang prosedur yang harus ditempuh dalam mengkoreksi data yang dianggap "tidak benar".

Penyebab-penyebab timbulnya kesalahan (sesatan) dalam percobaan secara umum adalah (Pusposutardjo, 1994): (1) Kesalahan (*error*) yaitu kesalahan yang sifatnya tidak disengaja, misalnya pada waktu mengadakan penjumlahan, kesalahan membaca, maupun kesalahan dalam mempersiapkan pelaksanaan pengukuran, (2) Sesatan kemanusiaan, yaitu kesalahan kemanusiaan, bukan suatu kecerobohan tetapi lebih banyak disebabkan oleh kurang terampilnya si pelaksana percobaan, misalnya kesalahan paralak, (3) Sesatan karena keterbatasan kemampuan peralatan ukur, (4) Sesatan karena kalibrasi, (5) Sesatan karena perilaku obyek yang diukur, (6) Sesatan karena pengaruh luar, (7) Sesatan karena sampel yang tidak mewakili (representatif).

Sebuah *outlier* diantara sejumlah residu adalah data yang sangat lebih besar daripada data sisanya dalam nilai mutlaknyanya, mungkin berselisih tiga atau lebih deviasi standarnya dari rata-rata sisanya (Kleinbaum, 1978). Selanjutnya Sudjarwadi (1987) mengemukakan bahwa pada plot nilai-nilai residu, *outlier* terletak jauh terpisah dari kelompok titik-titik plot. Letak *outlier* dapat berjarak 4 deviasi standar dari titik nol, bahkan dapat lebih dari 4 deviasi standar.

Evaporasi adalah proses fisik dimana terjadi perubahan dari bentuk cairan ke dalam bentuk uap/gas. Dua faktor penting yang mempengaruhi proses terjadinya evaporasi : (a) adanya energi yang menyediakan panas laten untuk menguapkan air, dan (b) adanya energi untuk memindahkan uap air dari permukaan yang terevaporasi ke atmosfer (Chow, 1988).

Banyak metode telah dikembangkan untuk memperkirakan besarnya evaporasi, terutama evaporasi dipermukaan air bebas.

Metode perpindahan massa

Koreksi terhadap rumus Dalton (1908) dengan penelitian-penelitian telah menghasilkan hubungan berikut ini :

$$E_{ip} = (0,37 + 0,0041 U) (e_s - e)^{0,88} \quad (1)$$

Di mana E_{ip} adalah evaporasi panci lahan (inci/hari); U kecepatan angin harian (mill/hari) diukur 6 inci di atas keliling panci; e_s tekanan uap jenuh pada suhu udara 5 ft diatas permukaan tanah (inci Hg); dan e tekanan uap di udara pada kondisi suhu dan kelembaban 5 ft di atas permukaan tanah (inci Hg).

Metode Neraca Energi

Jika kehilangan panas sensibel ke atmosfer dianggap sama dengan nol, maka kecepatan evaporasi E dapat dihitung sebagai kecepatan pada saat seluruh masukan radiasi *netto* diserap oleh evaporasi :

$$E = R_n/L \quad (2)$$

Di mana E adalah evaporasi dalam mm/hari hampir sama dengan kg/hari m^2 ; dan L adalah panas laten penguapan yaitu sebesar $2,45 \cdot 10^6$ J/kg.

Jika pengukuran radiasi bersih (R_n) tidak dilakukan, maka dapat dihitung dari data meteorologi standar dengan menggunakan rumus-rumus empiris. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

R_a dinyatakan dalam J/hari m^2 dan dibagi dengan panas laten penguapan L (J/kg) menghasilkan harga evaporasi ekuivalen R_a/L dalam kg/hari. m^2 atau mm/hari. R_c adalah radiasi gelombang pendek yang diterima pada permukaan bumi. Nilainya tergantung pada kondisi atmosfer setempat dan keadaan awan.

$$R_c = (0,21 + 0,48 n/N) R_a \quad (3)$$

Di mana n/N adalah waktu aktual matahari bersinar/ waktu potensial matahari bersinar.

$$R_c - r R_c = (1 - r) R_c \quad (4)$$

Jumlah radiasi gelombang panjang yang diberikan oleh bumi (*netto*) R_b dapat dihitung dengan rumus empiris sebagai berikut:

$$R_b = (273 + T_a)^4 (0,47 - 0,067/e_a) (0,2 + 0,8 n/N) \quad (5)$$

Dimana adalah konstanta Stefan-Boltmann ($\sigma = 4,9 \times 10^{-8} \text{ J/hari.m}^2 \text{ .K}$); T_a adalah suhu udara dalam $^{\circ}\text{C}$; dan e_a adalah tekanan aktual uap air di udara. Dengan menggunakan rumus empiris di atas, radiasi *netto* dapat dihitung dengan rumus :

$$R_n = (1 - r) R_c - R_b \quad \text{J/hari. m}^2 \quad (6)$$

Metode Kombinasi (Penman)

Penman (1948) (dalam De Laat, 1990) membuat formulasi berdasarkan persamaan empiris Dalton dan dari metode kesetimbangan energi.

$$E_0 = (. E + \gamma E_a) / (\Delta + \gamma) \quad (7)$$

Dimana E_0 adalah evaporasi dengan metode kombinasi; E adalah evaporasi dengan metode keseimbangan energi (mm/hari) yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan (2); dan E_a adalah evaporasi dengan metode aerodinamik, yang besarnya dapat dihitung dengan rumus :

$$E_a = 0,26 (0,5 + 0,54 U_2) (e_s - e_a) \quad \text{mm/hari} \quad (8)$$

$$= (4093,425 e_s) / (237,3 + T_a)^2 \quad (9)$$

$$= (C_p . K_h . P) / (0,622 L K_w) \approx 0,66 \text{ mbar}/^{\circ}\text{C} \quad (10)$$

$$e_s = 1,3332 \exp ((17,25 T_a / (237,3 + T_a)) + 1,51977) \text{ mbar} \quad (11)$$

$$e_a = RH \times e_s \quad \text{mbar} \quad (12)$$

Formulasi Penman ini telah digunakan meluas di dunia sebab memiliki basis fisik yang kuat dan hanya membutuhkan data-data meteorologi standar yaitu :

T_a = Suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)

RH = Kelembaban relatif (%) atau tekanan uap air aktual e_a (mbar)

U = Kecepatan angin (m/s)

R_n = Radiasi *netto* (J/hari.m²) atau durasi relatif matahari bersinar (n/N).

Data ini merupakan rata-rata 24 jam dan diambil dari ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah .

Metode Pengukuran Dengan Panci Evaporasi

Panci evaporasi telah dibuat standar yang dinamakan panci klas A. Akibat pengaruh dinding panci, hasil pengukuran evaporasi dengan panci ini lebih tinggi dari besarnya evaporasi yang sebenarnya. Penyesuaian dilakukan dengan cara mengalikannya dengan koefisien panci yang besarnya berkisar antara 0,64 - 0,81. Untuk perhitungan

praktis koefisien panci dapat diambil sebesar 0,7.

$$E_0 = k_p \cdot E_{pan} \quad (13)$$

Di mana E_0 adalah evaporasi yang sebenarnya; k_p adalah koefisien panci; dan E_{pan} adalah nilai evaporasi air dalam panci dari hasil pengamatan.

CARA PENELITIAN

Tahap Pengumpulan Dan Penyusunan Data

- Melakukan pengontrolan langsung pada stasiun klimatologi UGM agar sesuai dengan syarat-syarat teknis yang ditentukan.
- Melakukan pengamatan dan pencatatan data klimatologi yang meliputi data temperatur maksimum (TM), temperatur minimum (TN), kelembaban udara (RH), lama penyinaran (n/N), kecepatan angin (U2), dan evaporasi panci (EPAN) secara tepat dan benar selama tiga bulan pengamatan (Maret 1996 - Mei 1996).
- Mengumpulkan data yang telah ada pada stasiun klimatologi Barongan dan UGM (sebagai acuan) selama 5 tahun terakhir.
- Memasukkan data yang telah terkumpul ke dalam *file-file* disket sehingga siap dipakai sebagai masukan dalam program komputer.

Tahap Analisis Data

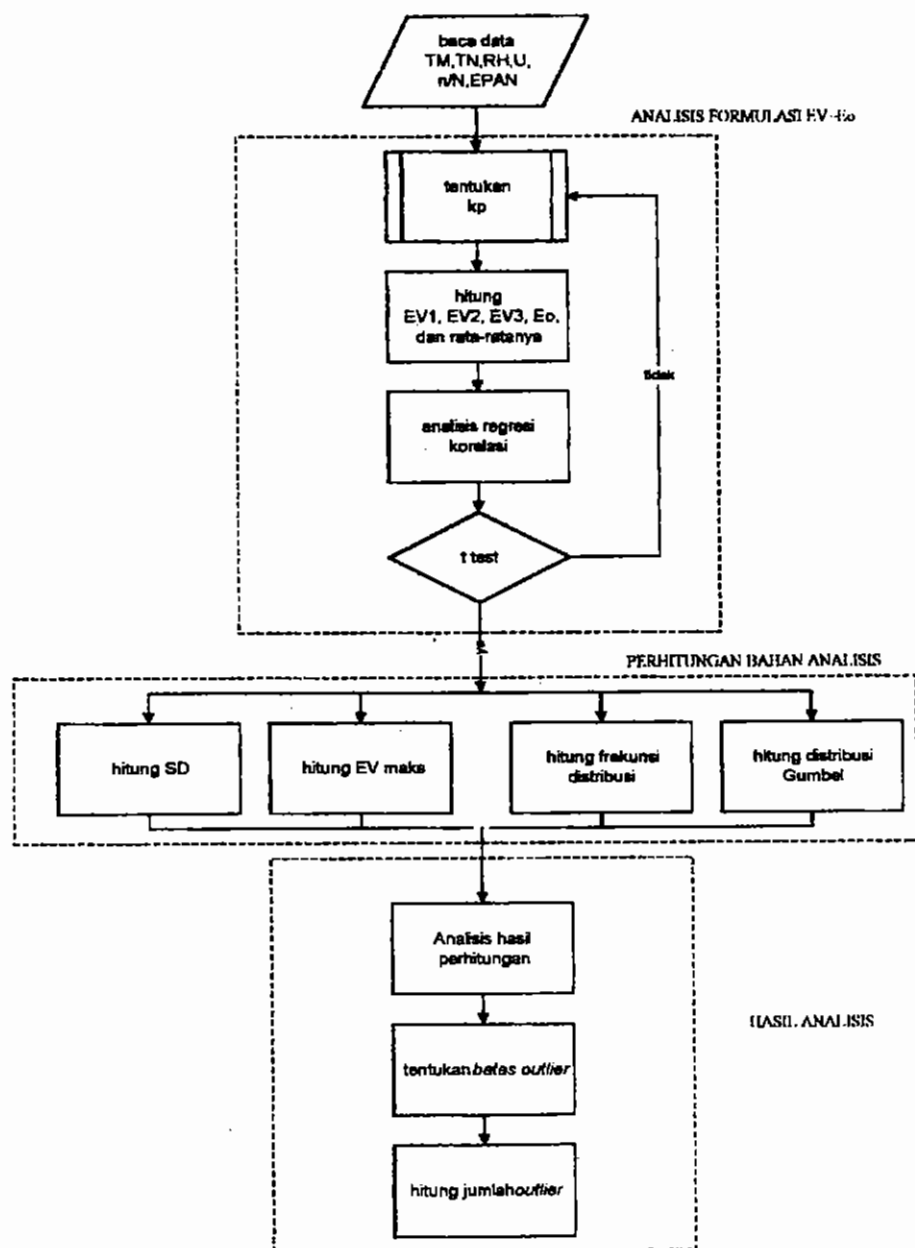
Dalam penelitian ini digunakan tiga macam rumus empiris yaitu metode aerodinamis (EV1), neraca energi (EV2), dan kombinasi/ Penman (EV3). Dasar pertimbangan penggunaan ketiga rumus tersebut adalah untuk menjaga keterbatasan jumlah macam data yang ada, karena masing-masing rumus memerlukan jumlah macam data yang berbeda-beda. Dengan demikian prosedur yang dihasilkan akan dapat diterapkan untuk stasiun-stasiun yang jumlah macam datanya terbatas.

Tahap ini mencakup kegiatan-kegiatan :

- Melakukan perhitungan evaporasi dengan menggunakan rumus-rumus empiris terpilih maupun evaporasi panci yang sebenarnya (E_0).
- Melakukan uji regresi korelasi untuk mengetahui keeratan hubungan antara hasil perhitungan rumus pendekatan dengan evaporasi panci.
- Melakukan analisis statistik sebaran *T test* untuk menguji ada/tidaknya perbedaan nyata antara metode empiris dengan metode panci.
- Melakukan perhitungan standar deviasi (SD), dan perhitungan evaporasi maksimum (EVMAX) yang mungkin terjadi berdasarkan data maksimum dari unsur-unsur iklim yang ada.
- Melakukan perhitungan frekuensi distribusi dan distribusi Gumbel untuk mengetahui periode ulang kejadian yang mungkin terjadi.
- Menentukan nilai batas *outlier* berdasarkan hasil perhitungan standar deviasi dan evaporasi maksimum yang mungkin dapat terjadi.
- Menghitung jumlah data yang termasuk dalam kategori *outlier*.
- Melakukan uji kesahihan (*validasi*) prosedur dengan menggunakan data pengamatan langsung selama tiga bulan.

- Menerapkan prosedur yang telah teruji pada stasiun acuan (UGM), ke dalam stasiun penelitian (Barongan).

Diagram alir proses kontrol kualitas data evaporasi dapat dilihat sbb:



Gambar 1. Diagram alir proses kontrol kualitas data evaporasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Stasiun Acuan (Stasiun Klimatologi UGM)

Sesuai dengan data yang tersedia (tahun 1992 - 1995), perhitungan evaporasi dilakukan dalam satuan harian. Penetapan koefisien panci (kp) dilakukan dengan metode coba-coba. Penggunaan koefisien panci sebesar 0,7 untuk perhitungan evaporasi (Eo), kurang dapat memberikan gambaran hasil yang baik jika dibandingkan dengan hasil perhitungan metode lainnya. Hal ini terlihat dari hasil rata-rata hitung pada metode panci evaporasi (Eo) diperoleh nilai yang paling rendah yaitu sebesar 2,90 mm/hari. Sedangkan nilai rata-rata hitung pada metode aerodinamik (EV1) sebesar 3,07 mm/hari, metode neraca energi (EV2) sebesar 4,62 mm/hari, dan metode kombinasi/Penman (EV3) sebesar 3,87 mm/hari.

Disamping itu terlihat pula dari hasil analisis *t test* terhadap ketiga perhitungan metode empiris. Nilai *t* hitung terhadap EV1, EV2, EV3 diperoleh masing-masing sebesar 5,16; 46,85; dan 29,22 ($> t$ tabel (0,05) = 1,96). Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang nyata antara hasil perhitungan metode panci evaporasi dengan ketiga metode empiris.

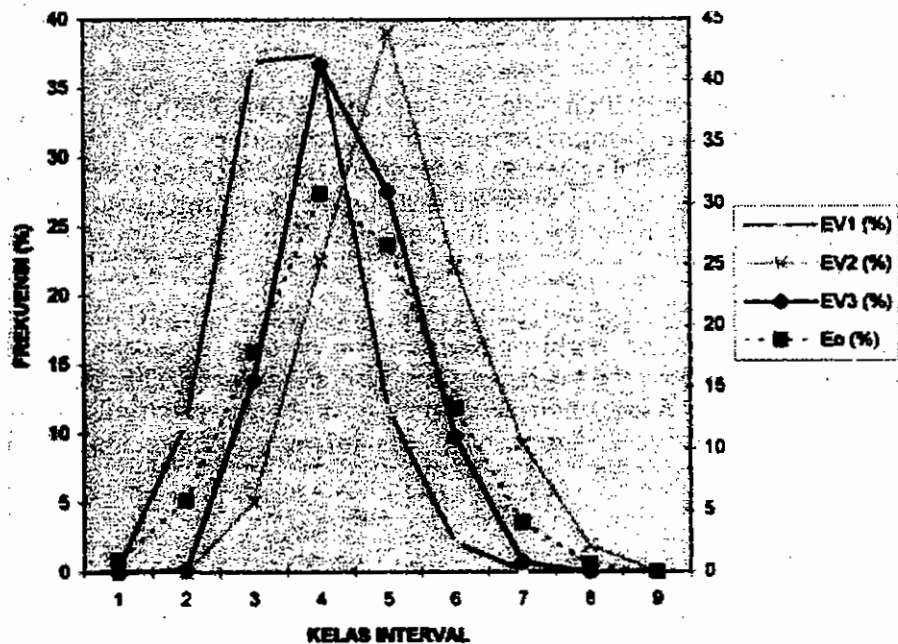
Agar diperoleh koefisien panci yang dapat memberikan hasil yang baik, maka dilakukan perhitungan dengan metode coba-coba. Hasil coba-coba diperoleh nilai koefisien panci terbaik sebesar 0,920. Dengan menggunakan nilai koefisien panci sebesar 0,920 diperoleh nilai rata-rata hitung Eo sebesar 3,81 mm/hari. Nilai ini mendekati nilai rata-rata hitung pada EV3 yaitu sebesar 3,87 mm/hari.

Selanjutnya dalam analisis *t test* terhadap metode kombinasi diperoleh hasil *t* hitung sebesar 1,50 ($< t$ tabel (0,05) = 1,96). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara evaporasi panci dengan evaporasi metode kombinasi tidak berbeda nyata. Sedangkan dalam analisis *t test* terhadap metode aerodinamik dan neraca energi diperoleh *t* hitung masing-masing sebesar 18,55 dan 19,22 ($> t$ tabel (0,05) = 1,96). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara hasil perhitungan panci evaporasi dengan metode aerodinamik maupun metode neraca energi.

Guna mengetahui keeratan hubungan antara hasil perhitungan evaporasi panci dengan metode lainnya dilakukan analisis regresi korelasi. Nilai Koefisien korelasi tertinggi pada metode kombinasi (EV3) yaitu sebesar 0,528, selanjutnya diikuti metode aerodinamik (EV2) sebesar 0,494, dan metode neraca energi (EV3) sebesar 0,465. Dari hasil-hasil yang diperoleh dapat dikatakan bahwa keeratan hubungan antara kedua hasil perhitungan korelasinya masih lemah.

Selanjutnya, guna mengetahui sebaran data hasil perhitungan evaporasi, dilakukan perhitungan distribusi frekuensi. Hasil perhitungan disajikan pada Gambar 2. Dari gambar grafik distribusi frekuensi terlihat bahwa keempat grafik hasil perhitungan evaporasi mempunyai bentuk sebaran yang sama, hanya nilai kejadian yang mungkin terjadi, ada pergeseran. Hal ini menunjukkan bahwa data-data pada stasiun klimatologi UGM cukup baik untuk digunakan sebagai acuan.

Penetapan batas atas evaporasi secara statistik didasarkan pada hasil perhitungan standar deviasinya. Hasil perhitungan nilai standar deviasi pada masing-masing metode dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Grafik Distribusi Frekuensi Evaporasi untuk Data UGM

Pada Tabel 1 terlihat bahwa nilai standar deviasi terendah pada metode kombinasi yaitu sebesar 0,854 mm/hari. Hal ini menunjukkan bahwa pada metode kombinasi (Penman) diperoleh hasil yang paling baik jika dibandingkan metode lainnya.

Guna memilih batas atas evaporasi yang dapat diterima, perlu membandingkan terlebih dahulu nilai-nilai di atas terhadap nilai evaporasi maksimum hasil perhitungan yang berdasar pada prinsip fisika dari unsur-unsur iklim yang ada. Hasil program seleksi data, diperoleh data penyebab nilai evaporasi maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai Standar Deviasi dan Evaporasi Rata-rata Ditambah 3 dan 4 kali Standar Deviasi untuk Data UGM

No	Metode Perhitungan	S D	Rata +3 SD	Rata + 4 SD
1	Aerodinamik (EV1)	0,888	5,739	6,627
2	Neraca Energi (EV2)	1,045	7,759	8,804
3	Kombinasi (EV3)	0,854	6,432	7,286
4	Panci Evaporasi (Eo)	1,218	7,464	8,682

Tabel 2. Data Iklim UGM Penyebab Nilai Evaporasi Maksimum

No	Unsur Iklim	Nilai Data	Tanggal Kejadian
1	T rata-rata Maksimum	30,0 °C	22 - 12 - 1993
2	RH minimum	65,90 %	08 - 11 - 1994
3	n/N maksimum	98,75 %	20 - 03 - 1994
4	U2 maksimum	7,1 km/jam	18 - 10 - 1994

Jika diasumsikan bahwa data di atas terjadi pada hari dan tanggal yang bersamaan, maka akan diperoleh nilai hasil perhitungan evaporasi maksimum yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Evaporasi Maksimum Berdasarkan Nilai Data Penyebab Evaporasi Maksimum untuk Data UGM

No	Metode Perhitungan	Evaporasi Maksimum (mm/hari)
1	Aerodinamik (EV1)	9,628
2	Neraca Energi (EV2)	7,844
3	Kombinasi /Penman (EV3)	7,419

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada metode kombinasi (7,419 mm/hari) nilainya lebih dekat dengan evaporasi rata-rata ditambah 4 kali standar deviasi (7,286 mm/hari), dibandingkan dengan evaporasi rata-rata ditambah dengan 3 kali standar deviasi (6,432 mm/hari).

Untuk mengetahui periode ulang kejadian dari harga evaporasi tersebut di atas, dilakukan perhitungan distribusi Gumbel terhadap data ekstrim harian pada masing-masing bulan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai evaporasi 7,286 dan 7,419 mm/hari terletak di atas nilai periode ulang 100 tahun pada semua bulan. Hal ini berarti bahwa kejadian evaporasi di atas akan berulang pada periode waktu lebih dari 100 tahun.

Atas dasar berbagai analisis dan perhitungan di atas, selanjutnya dapat ditetapkan nilai yang aman sebagai batas *outlier* (dipilih nilai yang besar) yaitu sebesar 7,419 mm/hari. Berdasarkan nilai batas tersebut dapat dihitung jumlah data yang termasuk kategori sebagai *outlier* yaitu sebanyak satu data atau 0,07 % dari seluruh data yang digunakan.

Uji kesahihan (validitas) perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan data hasil pengamatan langsung selama tiga bulan penelitian (awal Maret 1996 sampai dengan akhir Mei 1996). Dalam hal ini diperoleh nilai rata-rata hitung E_o sebesar 3,79 mm/hari dan EV_3 sebesar 3,78 mm/hari. Selanjutnya dalam analisis *t test* antara E_o dengan EV_3 diperoleh hasil *t* hitung sebesar 0,08 ($< t$ tabel (0,05) = 1,96). Batas *outlier* diperoleh sebesar 7,416 mm/hari. Nilai ini hampir sama dengan hasil perhitungan sebelumnya yaitu sebesar 7,419 mm/hari.

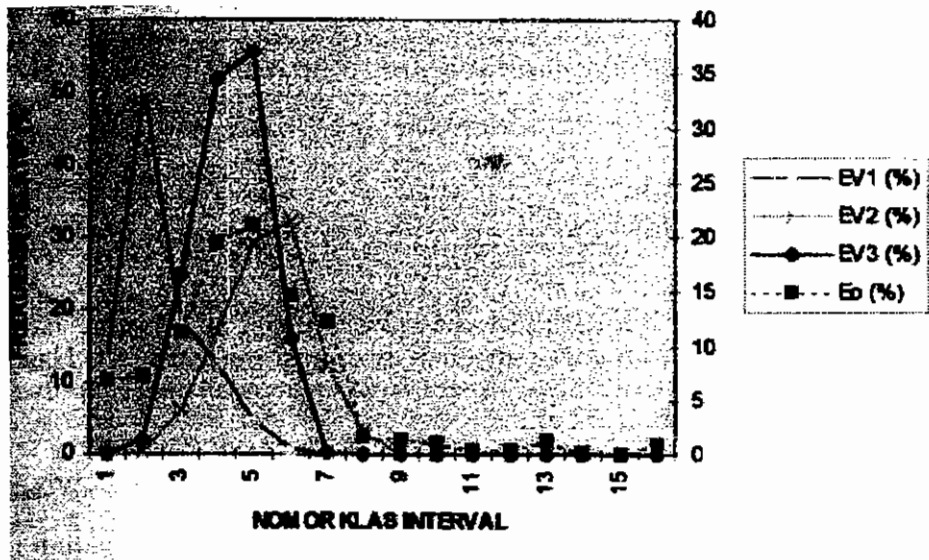
Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak yang telah disusun cukup memberikan hasil yang baik sebagai penentu batas *outlier*.

Analisis Data Stasiun Penelitian (Stasiun Barongan)

Prosedur yang telah teruji pada stasiun acuan, selanjutnya diterapkan pada stasiun penelitian. Dalam hal ini koefisien panci yang digunakan adalah koefisien panci hasil perhitungan pada stasiun klimatologi acuan (UGM) yaitu sebesar 0,920. Hasil yang diperoleh pada perhitungan evaporasi rata-rata untuk metode neraca energi yaitu sebesar 4,84 mm/hari, diikuti metode panci evaporasi sebesar 4,69 mm/hari, metode kombinasi sebesar 3,89 mm/hari, dan terendah pada metode aerodinamik yaitu sebesar 1,96 mm/hari.

Hasil perhitungan evaporasi rata-rata pada metode panci evaporasi diperoleh nilai jauh lebih besar dari metode kombinasi, hal ini disebabkan karena adanya data yang diduga sebagai data *outlier*. Hal ini terlihat pula dari sebaran data pada distribusi frekuensi yang dihasilkan. Dalam hal ini sebaran nilai evaporasi yang dihasilkan kurang memberikan gambaran yang baik, seperti terlihat pada Gambar 3. Hal ini menunjukkan bahwa data evaporasi yang dihasilkan banyak mengandung data yang tidak wajar yang dapat dikategorikan sebagai *outlier*.

Hal ini didukung pula dari hasil perhitungan distribusi Gumbel terhadap data ekstrim untuk masing-masing bulan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada bulan-bulan musim penghujan yaitu Nopember, Desember, Januari, Pebruari dan April, pada periode ulang 10 tahun ke atas nilai evaporasinya lebih besar dari 10 mm/hari. Hal ini membuktikan bahwa terjadi penyimpangan data yang sangat ekstrim yang terjadi di stasiun klimatologi Barongan. Adapun gambaran grafik distribusi frekuensinya dapat dilihat sbb :



Gambar 3. Grafik Distribusi Frekuensi Evaporasi untuk Data Barongan

Pada Gambar 3 terlihat bahwa bentuk grafik distribusi frekuensi dari keempat metode perhitungan mempunyai kecenderungan yang berbeda-beda, hal ini memberikan gambaran bahwa kualitas data evaporasi yang dihasilkan kurang baik.

Sesuai dengan prosedur pada stasiun acuan, penetapan batas atas evaporasi secara statistik didasarkan pada hasil perhitungan standar deviasinya. Pada Tabel 4. terlihat bahwa nilai standar deviasi terendah pada metode kombinasi yaitu sebesar 0,885 mm/hari. Hal ini menunjukkan bahwa pada metode kombinasi diperoleh hasil yang paling baik dibandingkan metode lainnya. Pada metode panci evaporasi diperoleh nilai standar deviasi sebesar 2,901 mm/hari, hal ini memperkuat pernyataan bahwa data evaporasi yang digunakan mengandung data tidak wajar yang dapat diduga sebagai *outlier*. Hasil perhitungan nilai standar deviasi pada masing-masing metode perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai Standar Deviasi dan Nilai Evaporasi rata-rata ditambah 3 dan 4 Standar Deviasi (Data Barongan)

No	Metode Perhitungan	S D	Rata +3 SD	Rata + 4 SD
1	Aerodinamik (EV1)	1,069	5,165	6,235
2	Neraca Energi (EV2)	1,134	8,241	9,374
3	Kombinasi (EV3)	0,885	6,549	7,433
4	Panci Evaporasi (Eo)	2,901	13,393	16,295

Guna memilih batas atas evaporasi yang dapat diterima, perlu dibandingkan terlebih dahulu terhadap evaporasi maksimum yang dihitung berdasarkan data penyebab evaporasi maksimum. Hasil keluaran program seleksi data, diperoleh data penyebab nilai evaporasi maksimum yaitu sebagai berikut :

Tabel 5. Data Iklim Barongan Penyebab Nilai Evaporasi Maksimum

No	Unsur Iklim	Nilai Data	Tanggal Kejadian
1	T rata-rata maksimum	30,75° C	20 - 03 - 1992
2	RH minimum	62,00 %	25 - 05 - 1994
3	n/N maksimum	94,00 %	12 - 04 - 1995
4	U2 maksimum	5,8 km/jam	23 - 09 - 1994

Atas dasar data pada Tabel 5, jika diasumsikan bahwa data di atas terjadi pada hari dan tanggal yang bersamaan maka akan diperoleh hasil perhitungan evaporasi maksimum pada ketiga metode empiris. Pada perhitungan metode kombinasi (Penman), nilai evaporasi maksimum yang dihasilkan (7,20 mm/hari), hampir sama dengan evaporasi rata-rata ditambah 4 kali standar deviasi (7,433 mm/hari).

Atas dasar berbagai analisis dan perhitungan di atas, selanjutnya dapat ditentukan nilai yang aman sebagai batas *outlier* (dipilih nilai yang lebih besar) yaitu sebesar 7,433 mm/hari. Berdasarkan nilai batas tersebut dapat dihitung jumlah data yang dianggap sebagai *outlier* yaitu sebanyak 90 data atau 7,73 % dari seluruh data yang digunakan.

KESIMPULAN

Dengan tersusunnya perangkat lunak prosedur kontrol kualitas data evaporasi, diperoleh keluaran nilai-nilai yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam mengevaluasi keberadaan data yang tidak wajar yang ditemukan di lapangan. Perangkat lunak yang telah tersusun dibuat dengan program *Quick Basic Ver. 4.5*.

Berdasarkan hasil analisis terhadap data stasiun klimatologi UGM didapat nilai koefisien panci yang baik untuk perhitungan sebesar 0,920. Batas *outlier* untuk stasiun klimatologi acuan (UGM) sebesar 7,419 mm/hari, dan untuk Barongan sebesar 7,433 mm/hari. Atas dasar nilai tersebut ditemukan data yang termasuk dalam kategori *outlier* pada stasiun klimatologi Barongan sebanyak 90 data atau 7,73 % dari sejumlah data yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T. et al., 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- De Laat, P.J.M. 1990. Modelling Evapotranspiration and Soil Moisture With Special Reference To Watershed Models. Materi Kursus Singkat "Hidrologi Daerah Aliran Sungai". PAU Ilmu Teknik UGM. Yogyakarta.
- Doorenbos, J and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines For Predicting Crop Water Requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 24*. Rome.
- Eagleson, Peter S. 1970. *Dynamic Hydrology*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Goenadi, Sunarto. 1991. Kajian Variabilitas Anasir Iklim Terhadap Perhitungan Evapotranspirasi Penman. Laporan Penelitian Proyek Operasi dan Perawatan Fasilitas Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kleinbaum, David G. and Kupper Lawrence L., 1978. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. The University of North Carolina at Chapel Hill. Duxbury Press. Boston, Massachusetts.
- Llamas J., 1984. *Hydrologie Generale Principe et Application*. Gaetan Morin . Paris
- Pusposutardjo, Suprodjo, 1994. Pengantar Rancangan Percobaan Kerekayasa. Bahan kuliah S2 Mekanisasi. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Sudibyakto, 1994. Klimatologi dan Meteorologi Terapan. Bahan kuliah S2 Geografi. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sudjarwadi, 1989. *Teori dan Praktek Irigasi*. PAU Ilmu Teknik UGM . Yogyakarta.
- Sudjarwadi, 1987. Penyegaran Statistik. Kursus Singkat Hidraulika untuk Model DAS. PAU Ilmu Teknik UGM . Yogyakarta.
- Susanto, Sahid. 1994. Prinsip Dasar dan Aplikasi Hidrologi. Materi Kuliah S1 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Steel, Robert G. D. dan Torrie, James H. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistik : Suatu Pendekatan Biometrik*. Alih Bahasa Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Sri Harto. 1988. Statistika Air Permukaan. Materi Kursus Singkat "Statistika Hidrologi". PAU Ilmu Teknik UGM. Yogyakarta.
- Tejoyuwono, N. and Anjal, A.A. 1984. Comparison Of Blaney Criddle and Penman Methods For The Calculation Of Potential Evapotranspiration. Proceeding Of Workshop On "Practical Farm Weather Management And Climate Impact Assessment". Jakarta.
- Wisnubroto, Sukardi. 1994. Meteorologi Pertanian Indonesia. Program Studi Meteorologi Pertanian, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.